

CORR. US 6,836,006 B2

SEMICONDUCTOR MODULE

Patent number: JP2000164800
Publication date: 2000-06-16
Inventor: MUTO HIROTAKA; OI TAKESHI; KIKUCHI TAKUMI; KIKUNAGA TOSHIYUKI
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- International: H01L25/07; H01L25/07; (IPC1-7): H01L25/07; H01L25/065; H01L25/18
- European: H01L25/07S
Application number: JP19980339543 19981130
Priority number(s): JP19980339543 19981130

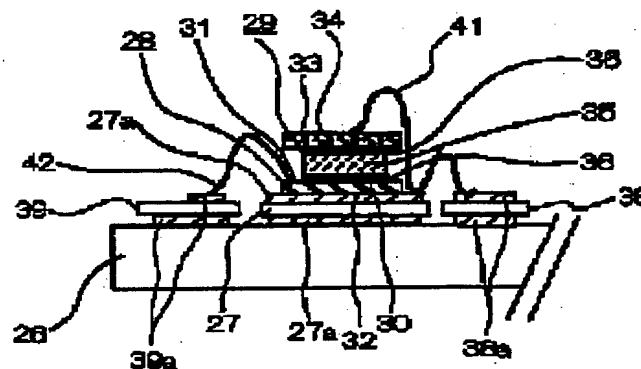
Also published as:

EP1006578 (A2)
US6836006 (B2)
US2002043708 (A)
EP1006578 (A3)

Report a data error h

Abstract of JP2000164800

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable an IGBT module to be lessened in area in a lateral direction and reduced in size, where heat released from the module is dissipated through the intermediary of a heat-radiating board and an IGBT element, and a diode element are connected and housed together in a case. **SOLUTION:** An IGBT element 28 is mounted on a heat-dissipating plate 26 making its collector electrode 32 form surface bear against the plate 26, an inter-element connecting conductor 35 is joined to an emitter electrode 30 forming surface with conductive resin 36, the anode electrode 33 forming the surface of a diode element 29 is joined thereon with conductive resin 36, and the IGBT element 28 and the diode element 29 are laminated in the longitudinal direction and connected.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開 2000-164800

(P 2000-164800A)

(43)公開日 平成12年6月16日(2000.6.16)

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テームト(参考)

H 0 1 L 25/07
25/18
25/065

H 0 1 L 25/04
25/08

C
Z

審査請求 未請求 請求項の数 9

O L

(全 1 1 頁)

(21)出願番号 特願平10-339543

(22)出願日 平成10年11月30日(1998.11.30)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 武藤 浩隆

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱
電機株式会社内

(72)発明者 大井 健史

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱
電機株式会社内

(74)代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

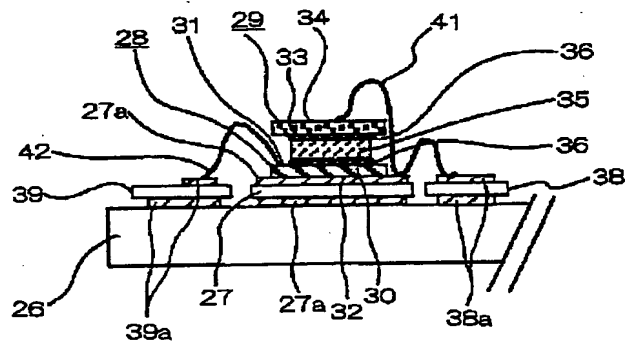
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体モジュール

(57)【要約】

【課題】 放熱板を介して動作時の発熱を放熱し、I G B T素子とダイオード素子とを接続して筐体内に収納するI G B Tモジュールにおいて、該モジュールの横方向の面積を縮小して小型化を図る。

【解決手段】 I G B T素子28のコレクタ電極32形成面を放熱板26に搭載し、エミッタ電極30形成面上に、導電性樹脂36により素子間接続導体35を接合し、さらにその上に、ダイオード素子29のアノード電極33形成面を導電性樹脂36により接合し、I G B T素子28とダイオード素子29とを縦方向に積層して接続する。



33 : アノード電極
35 : 素子間接続導体
36 : 導電性樹脂

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一方の面が放熱板上に搭載された第 1 の半導体素子が、第 2 の半導体素子と接続されて筐体内に収納される半導体モジュールにおいて、上記第 1 の半導体素子と上記第 2 の半導体素子とを素子間接続導体を介して縦方向に積層して接合したことを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 2】 半導体素子と素子間接続導体とを導電性樹脂で接合したことを特徴とする請求項 1 記載の半導体モジュール。

【請求項 3】 第 1 の半導体素子および第 2 の半導体素子を対向する方向に外側から押圧する機構を備え、素子間接続導体を介して圧接により接合したことを特徴とする請求項 1 記載の半導体モジュール。

【請求項 4】 筐体を 2 枚の導電性放熱板で構成し、素子間接続導体を介して積層された第 1 の半導体素子および第 2 の半導体素子を上記 2 枚の導電性放熱板の間に配し、該導電性放熱板により上記第 1 および第 2 の半導体素子を、対向する方向に押圧することを特徴とする請求項 3 記載の半導体モジュール。

【請求項 5】 第 2 の半導体素子を第 1 の半導体素子の直上領域に配置したことを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の半導体モジュール。

【請求項 6】 第 1 の半導体素子と第 2 の半導体素子とが同じ種類の半導体素子であることを特徴とする請求項 5 記載の半導体モジュール。

【請求項 7】 第 1 および第 2 の半導体素子が、該半導体素子表面にそれぞれ電極が形成され、同種類の上記電極が対向する方向に積層されたことを特徴とする請求項 6 記載の半導体モジュール。

【請求項 8】 第 1 および第 2 の半導体素子が、該半導体素子表面にそれぞれ電極が形成され、同種類の上記電極が同一方向を向くように積層されたことを特徴とする請求項 6 記載の半導体モジュール。

【請求項 9】 第 1 の半導体素子が IGBT 素子であり、第 2 の半導体素子がダイオード素子であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、インバータやコンバータ等の電力変換機器に利用される半導体モジュールに関し、特にモジュール内部での半導体素子の配置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 インバータやコンバータ等の電力変換装置に使用される半導体モジュールには、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 素子を複数個搭載した MOSFET モジュール、ダイオード素子を複数個搭載したダイオードモジュール、IG

BT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 素子とダイオード素子とをそれぞれ複数個搭載した IGBT モジュールなどがある。ここでは、半導体素子である IGBT 素子とダイオード素子とが複数個並列に接続された IGBT モジュールを例にして半導体モジュールを説明する。従来の IGBT モジュールとして、例えば E. Tamba, M. Sasaki, S. Sekine, Y. Sonobe, K. Suzuki, K. Yamada, R. Saito, T. Terasaki, O. Suzuki, T. Shigemura 著、タイトル: "A Novel Low-Cost and High-Reliability IGBT Module for General Use", 会議名: European Conference on Power Electronics and Applications 1997, 開催場所: Trondheim に記載されたものがあり、この従来技術からなる IGBT モジュールの半導体素子部を中心とした平面図を図 8 に、モジュール内部の IGBT 素子とダイオード素子の部分を中心とした断面図を図 9 に示す。

【0003】 図 8 および図 9 において、1 は例えば銅等の金属から成り、半導体素子を冷却するための放熱板、2 は放熱板 1 上に接合された窒化アルミニウム等から成る絶縁基板、2a は絶縁基板 2 の両面に張り付けられた電極パターン、3 および 4 は絶縁基板 2 上の金属パターン 2a 上に接合された半導体素子としての IGBT 素子およびダイオード素子、5 および 6 は IGBT 素子 3 の一方の面に形成されたエミッタ電極およびゲート電極、7 は IGBT 素子 3 の他方の面の全面に形成されたコレクタ電極、8 はダイオード素子 4 の一方の面に形成されたアノード電極、9 はダイオード素子 4 の他方の面の全面に形成されたカソード電極である。また、10、11 および 12 は、放熱板 1 上に接合されたエミッタ中継基板、コレクタ中継基板およびゲート配線基板で、それぞれの両面に電極パターン 10a、11a および 12a が張り付けられている。また、13a、13b、13c は配線であるアルミワイヤ、14、15 および 16 はそれぞれ外部端子となるモジュールエミッタ電極、モジュールコレクタ電極およびモジュールゲート電極、17 は樹脂材料から成り、放熱板 1 に固定される筐体、18 は筐体 17 内を封止する樹脂である。

【0004】 図に示すように、絶縁基板 2 は放熱板 1 上にはんだにより接合されており、絶縁基板 2 上の電極パターン 2a 上には IGBT 素子 3 とダイオード素子 4 とが隣り合わせではんだにより接合されている。IGBT 素子 3 の表面のエミッタ電極 5 とダイオード素子 4 の表面のアノード電極 8 とはアルミワイヤ 13a で接続され、さらにエミッタ中継基板 10 上の電極パターン 10a に接続されている。また、IGBT 素子 3 とダイオード素子 4 とが接合された絶縁基板 2 上の電極パターン 2a とコレクタ中継基板 11 上の電極パターン 11a とがアルミワイヤ 13b により接続されることにより、IGBT 素子 3 裏面のコレクタ電極 7 とダイオード素子 4 裏面のカソード電極 9 とさらにコレクタ中継基板 11 上の

電極パターン11aとが接続される。この様に、この半導体モジュールでは、IGBT素子3を4個、ダイオード素子4を4個配し、IGBT素子3とダイオード素子4とが逆並列、すなわち、IGBT素子3のエミッタ電極5とダイオード素子4のアノード電極8とが同電位に、またIGBT素子3のコレクタ電極7とダイオード素子4のカソード電極9とが同電位となるように接続されて、1つのモジュールが構成される。

【0005】さらにまた、エミッタ中継基板10上の電極パターン10aには外部エミッタ端子となるモジュールエミッタ電極14が接続され、コレクタ中継基板11上の電極パターン11aには外部コレクタ端子となるモジュールコレクタ電極15が接続されて、これらの外部端子14、15により、インバータ等の回路を構成する際に他の半導体モジュール等（図示せず）と筐体17外部において接続される。またIGBT素子3をオンオフするためのゲート電位を制御するために、IGBT素子3のゲート電極6はゲート配線基板12上の電極パターン12aにアルミワイヤ13cにより接続され、さらに電極パターン12aは外部ゲート端子となるモジュールゲート電極16に接続されている。

【0006】この様に構成されるIGBTモジュールが適用される回路の代表例として、3相インバータ回路の回路図を図10に示す。図において、19は正極側IGBTモジュール、20は負極側IGBTモジュール、21は直流電源の正端子、22は直流電源の負端子、23および24はU相における、正極側IGBTモジュール19のコレクタ端子および負極側IGBTモジュール20のエミッタ端子、25は正極側IGBTモジュール19のエミッタ端子と負極側IGBTモジュール20のコレクタ端子との接続点でありU相の出力端子である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】半導体モジュールを用いたインバータなどの電力変換機器は、例えば電車等のモータの駆動用電源として用いられ、限られた空間の中に設置することが多く、そのため小型化することが極めて重要である。従来のIGBTモジュールは上記のように構成され、IGBTモジュール内の半導体素子であるIGBT素子3とダイオード素子4とは、動作時に発生する熱を放熱板1に伝導させて冷却するため、放熱板1上に絶縁基板2を介して横並びに搭載される。また両素子3、4表面に形成されたエミッタ電極5とアノード電極8とはアルミワイヤ13aによるワイヤボンディングで接続されていた。このため、IGBTモジュールの横方向（半導体素子3、4の面方向）の面積を縮小するには限界があり、それによりIGBTモジュールの小型化を効果的に促進するのは困難であった。

【0008】この発明は、上記のような問題点を解消するために成されたものであって、複数の半導体素子を接続して大電力のスイッチングを実現する半導体モジュール

の小型化を効果的に促進できるモジュール構造を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明に係わる請求項1記載の半導体モジュールは、一方の面が放熱板上に搭載された第1の半導体素子が、第2の半導体素子と接続されて筐体内に収納され、上記第1の半導体素子と上記第2の半導体素子とを素子間接続導体を介して縦方向に積層して接合したものである。

10 【0010】またこの発明に係わる請求項2記載の半導体モジュールは、請求項1において、半導体素子と素子間接続導体とを導電性樹脂で接合したものである。

【0011】またこの発明に係わる請求項3記載の半導体モジュールは、請求項1において、第1の半導体素子および第2の半導体素子を対向する方向に外側から押圧する機構を備え、素子間接続導体を介して圧接により接合したものである。

20 【0012】またこの発明に係わる請求項4記載の半導体モジュールは、請求項3において、筐体を2枚の導電性放熱板で構成し、素子間接続導体を介して積層された第1の半導体素子および第2の半導体素子を上記2枚の導電性放熱板の間に配し、該導電性放熱板により上記第1および第2の半導体素子を、対向する方向に押圧するものである。

【0013】またこの発明に係わる請求項5記載の半導体モジュールは、請求項1～4のいずれかにおいて、第2の半導体素子を第1の半導体素子の直上領域に配置したものである。

30 【0014】またこの発明に係わる請求項6記載の半導体モジュールは、請求項5において、第1の半導体素子と第2の半導体素子とが同じ種類の半導体素子である。

【0015】またこの発明に係わる請求項7記載の半導体モジュールは、請求項6において、第1および第2の半導体素子が、該半導体素子表面にそれぞれ電極が形成され、同種類の上記電極が対向する方向に積層されたものである。

40 【0016】またこの発明に係わる請求項8記載の半導体モジュールは、請求項6において、第1および第2の半導体素子が、該半導体素子表面にそれぞれ電極が形成され、同種類の上記電極が同一方向を向くように積層されたものである。

【0017】またこの発明に係わる請求項9記載の半導体モジュールは、請求項1～5のいずれかにおいて、第1の半導体素子がIGBT素子であり、第2の半導体素子がダイオード素子であるものである。

【0018】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態1を図について詳細に説明する。図1および図2はこの発明の実施の形態1によるIGBTモジュールの構造を示すもので、図1は平面図、図2はその部分

断面図である。なお、このIGBTモジュールは半導体素子を筐体内に収納するものであるが、便宜上筐体部分の図示を省略する。図において、26は例えば銅等の金属から成り、半導体素子を冷却するための放熱板、27は放熱板26上に接合された窒化アルミニウム等から成る絶縁基板、27aは絶縁基板27の両面に張り付けられた電極パターン、28は絶縁基板27上の金属パターン27a上に接合された第1の半導体素子としてのIGBT素子、29はIGBT素子28の上層に搭載された第2の半導体素子としてのダイオード素子、30および31はIGBT素子28の一方の面に形成されたエミッタ電極およびゲート電極、32はIGBT素子28の他方の面の全面に形成されたコレクタ電極、33はダイオード素子29の一方の面に形成されたアノード電極、34はダイオード素子29の他方の面の全面に形成されたカソード電極である。また、35はIGBT素子28とダイオード素子29との間に設けられた銅等の金属から成る素子間接続導体、36はIGBT素子28およびダイオード素子29と素子間接続導体35とを接合する導電性樹脂、37、38および39は、放熱板26上に接合されたエミッタ中継基板、コレクタ中継基板およびゲート配線基板で、それぞれの両面に電極パターン37a、38aおよび39aが張り付けられている。また、40、41および42は配線であるアルミワイヤである。

【0019】図に示すように、絶縁基板27は放熱板26上にはんだにより接合されており、絶縁基板27上の電極パターン27a上にはIGBT素子28のコレクタ電極32形成面をはんだにより接合されている。IGBT素子28表面のエミッタ電極30と素子間接続導体35、さらに素子間接続導体35とダイオード素子29のアノード電極33とが導電性樹脂35により接合され、これにより、IGBT素子28とダイオード素子29とは素子間接続導体35を介して縦方向に積層されて接合されている。またエミッタ電極30はアルミワイヤ40によりエミッタ中継基板37上の電極パターン37aに接続されている。また、ダイオード素子29上面とIGBT素子28が接合された絶縁基板27上の電極パターン27aとコレクタ中継基板38上の電極パターン38aとがアルミワイヤ41により接続されることにより、IGBT素子28裏面のコレクタ電極32とダイオード素子29上面のカソード電極34とさらにコレクタ中継基板38上の電極パターン38aとが接続される。

【0020】この様に、この半導体モジュールでは、IGBT素子28とダイオード素子29をそれぞれ4個ずつ備え、IGBT素子28のエミッタ電極30とダイオード素子29のアノード電極33とを対向させて両素子28、29を積層し、IGBT素子28とダイオード素子29とを逆並列、すなわち、IGBT素子28のエミッタ電極30とダイオード素子29のアノード電極33

とを同電位に、またIGBT素子28のコレクタ電極32とダイオード素子29のカソード電極34とを同電位となるように接続して、1つのモジュールを構成する。またIGBT素子28をオンオフするためのゲート電位を制御するために、IGBT素子28のゲート電極31はゲート配線基板39上の電極パターン39aにアルミワイヤ42により接続される。さらにこの様に構成されるモジュールは放熱板26に固定された筐体（図示せず）を備えて、この筐体に収納され樹脂封止される。電極パターン37a、38a、39aはそれぞれモジュール外部端子（図示せず）に接続される。

【0021】この実施の形態ではダイオード素子29をIGBT素子28の上層に積層して配置したことにより、モジュールの面積が従来のものより概略ダイオード素子29の面積分だけ小さくなり、小型化が効果的に促進する。また、IGBT素子28のエミッタ電極30とダイオード素子29のアノード電極33とがそれぞれ導電性樹脂36で素子間接続導体35に接合されることにより、IGBT素子28とダイオード素子29とが素子間接続導体35を介して積層されて接合される。この導電性樹脂36はエポキシ系樹脂に銀フィラーを充填したもので、接着面に塗布し、接合したい2つの部材を接着し、約150℃の温度にて硬化することにより接着面の接着強度が保たれる。このため、IGBT素子28のエミッタ電極30とダイオード素子29のアノード電極33との電氣的接続は、従来、断面積の小さいアルミワイヤ13aによるワイヤボンディングであったが、断面積の大きな素子間接続導体35により接続され、ダイオード素子29が動作時に発熱する熱を素子間接続導体35およびIGBT素子28を介して放熱板26に伝導することができる。またこの実施の形態ではIGBT素子28の直上領域にダイオード素子29を配置したため、ダイオード素子29から素子間接続導体35およびIGBT素子28を介した放熱板26への熱伝導路が短くできるため、熱抵抗が小さくて済み、ダイオード素子29の冷却性能が向上する。

【0022】また、通常IGBT素子28の方がダイオード素子29に比べ動作時の発熱量が大きいものであるが、IGBT素子28を放熱板26上に絶縁基板27を介して搭載し、その上層にダイオード素子29を素子間接続導体35を介して積層したため、効果的に放熱板26へ熱伝導でき、良好な冷却性能が得られる。また、導電性樹脂36は流動しないため、例えばIGBT素子28のエミッタ電極30と素子間接続導体35とを接合する際、IGBT素子28表面のエミッタ電極30部分のみに容易に塗布することができ、同一面に形成されたゲート電極31と短絡することなくIGBT素子28と素子間接続導体35とを接合できる。この様に、IGBT素子28およびダイオード素子29の表面に形成された所望の電極のみを、信頼性良く容易に素子間接続導体3

5に接合でき、モジュールの組立工程も容易になる。

【0023】なお、素子間接続導体35は熱伝導率の高いものが望ましく、銅の他、モリブデン等、他の金属でも良く、モリブデンの場合、IGBT素子28およびダイオード素子29の材料であるシリコンと線膨張係数が近いこと、熱応力による歪みが低減される。

【0024】また、IGBT素子28およびダイオード素子29と素子間接続導体35との接続は、導電性樹脂36以外の導電性接合材でも良く、例えば、はんだを用いてIGBT素子28のエミッタ電極30と素子間接続導体35とを接合する場合、ゲート電極31表面をマスク材料で覆い、エミッタ電極30上にのみはんだを形成するようにして接合する。

【0025】実施の形態2. 次に、この発明の実施の形態2によるIGBTモジュールについて説明する。図3は、この発明の実施の形態2によるIGBTモジュールの構造を示す平面図である。ダイオード素子29の電流量によって、IGBT素子28の1個あたりに必要なダイオード素子29の数は、実施の形態1あるいは従来技術からなるモジュールの例に示したように1個である必要はなく、IGBT素子28が2個に対してダイオード素子29が1個でも良い場合がある。この実施の形態では、IGBT素子28を2個に対してダイオード素子29を1個配置したものを示した。図に示すように、第1の半導体素子としてのIGBT素子28a、28b、28c、28dを4個と第2の半導体素子としてのダイオード素子29a、29bを2個備え、2個のIGBT素子28a、28b（あるいは28c、28d）のコレクタ電極32形成面は放熱板26上に絶縁基板27を介して搭載され、エミッタ電極30形成面上に素子間接続導体35a（あるいは35b）が接合され、さらにその上にダイオード素子29a（あるいは29b）が、素子間接続導体35a（あるいは35b）の上面にアノード電極33が接合されて配置されて、図示しない筐体内に収納される。

【0026】この様に、IGBT素子28a、28b（あるいは28c、28d）とダイオード素子29a（あるいは29b）とは素子間接続導体35a（あるいは35b）を介して縦方向に積層されて接合されている。またエミッタ電極30はアルミワイヤ40によりエミッタ中継基板37上の電極パターン37aに接続されている。また、ダイオード素子29a（あるいは29b）上面が、IGBT素子28a、28b（あるいは28c、28d）が接合された絶縁基板27上の電極パターン27aおよびコレクタ中継基板38上の電極パターン38aにそれぞれアルミワイヤ41a、41bにより接続されることにより、IGBT素子28a、28b（あるいは28c、28d）裏面のコレクタ電極32とダイオード素子29a（あるいは29b）上面のカソード電極34とさらにコレクタ中継基板38上の電極パ

ターン38aとが接続される。

【0027】この実施の形態においても、ダイオード素子29a（あるいは29b）をIGBT素子28a、28b（あるいは28c、28d）の上層に積層して配置したことにより、モジュールの面積が従来のものより概略ダイオード素子29a、29bの面積分だけ小さくなり、小型化が効果的に促進する。またダイオード素子29a（あるいは29b）が動作時に発熱する熱は、素子間接続導体35a（あるいは35b）およびIGBT素子28a、28b（あるいは28c、28d）を介して放熱板26に伝導することができる。

【0028】実施の形態3. 次に、この発明の実施の形態3によるIGBTモジュールについて説明する。図4および図5はこの発明の実施の形態3によるIGBTモジュールの構造を示すもので、図4は平面図、図5はその部分断面図である。図に示すように、放熱板26上に絶縁基板27を介して搭載された第1の半導体素子としてのIGBT素子28eのエミッタ電極30形成面上に素子間接続導体35cが接合され、さらに素子間接続導体35cの上に第2の半導体素子としてのIGBT素子28fのエミッタ電極30形成面が接合されている。すなわち2個のIGBT素子28e、28fは素子間接続導体35cを介してそれぞれのエミッタ電極30形成面が対向するように縦方向に積層されて接合されている。また、同様に放熱板26上に絶縁基板27を介して搭載された第1の半導体素子としてのダイオード素子29cのアノード電極33形成面上に、第2の半導体素子としてのダイオード素子29dのアノード電極33形成面が素子間接続導体35cを介して接合されて、これらの半導体素子28e、28f、29c、29dは図示しない筐体内に収納される。

【0029】2個のIGBT素子28e、28f素子同士および2個のダイオード素子29c、29d同士を接合している素子間接続導体35cは、さらにエミッタ中継基板37上の電極パターン37aに接続されている。またIGBT素子28fのコレクタ電極32形成面とダイオード素子29dのカソード電極34形成面はアルミワイヤ41cにより絶縁基板27の電極パターン27aに接合され、さらにコレクタ中継基板38上の電極パターン38aへと接合されている。それぞれのIGBT素子28e、28fのゲート電極31はゲートピン42aと導線42bによりゲート配線基板39上の電極パターン39aに接続されている。

【0030】この実施の形態では、2個のIGBT素子28e、28f素子同士および2個のダイオード素子29c、29d同士を素子間接続導体35を介して縦方向に積層して接合したことにより、モジュールの面積がおよそ半分となり、小型化がさらに効果的に促進できる。また上層の素子28f（あるいは29d）が動作時に発熱する熱は、素子間接続導体35cおよび下層の素子2

8e (あるいは29c) を介して放熱板26に伝導することができる。また、逆並列に接続されたIGBT素子28e、28f素子とダイオード素子29c、29dとで構成される回路において、上層の素子28f、29d部分と下層の素子28e、29c部分とで電流の流れ方が均一となり、特性が安定して信頼性の高いモジュールが得られる。

【0031】実施の形態4。次に、この発明の実施の形態4によるIGBTモジュールについて説明する。図6はこの発明の実施の形態4によるIGBTモジュールの構造を示す断面図である。この実施の形態では、正極側モジュール43aと負極側モジュール43bとを一つの筐体48内に収納した一体型のモジュールについて示す。図に示すように、放熱板26上に絶縁基板27を介して搭載された正極側モジュール43a用の第1の半導体素子としてのIGBT素子28gのエミッタ電極30形成面と、同じく第1の半導体素子としてのダイオード素子29eのアノード電極33形成面の上に、CE共通電極となる素子間接続導体35dが接合される。この素子間接続導体35dは正極側モジュール43aのエミッタ電極30と負極側モジュール43bのコレクタ電極32との共通電極であり、CE共通端子44に接続される。さらに素子間接続導体35dの上には負極側モジュール43b用の第2の半導体素子としてのIGBT素子28hおよびダイオード素子29fが、それぞれコレクタ電極32形成面とカソード電極34形成面を素子間接続導体35dに接合されて設けられる。この様に構成される一体型のモジュールはシリコンゲルなどの樹脂49で封止されて筐体48内に収納されている。また45は正極側モジュール43aのコレクタ端子、46は負極側モジュール43bのエミッタ端子であり、47は正極側および負極側のモジュール43a、43bのゲート電極31にそれぞれアルミワイヤ42cおよびゲート配線基板39を介して接続されるモジュールのゲート端子である。

【0032】この実施の形態では、下層のIGBT素子28gおよびダイオード素子29eと上層のIGBT素子28hおよびダイオード素子29fとを、エミッタ電極30形成面とアノード電極33形成面とが共に同じ方向(上向き)を向くように積層して接合することにより、正極側および負極側モジュール43a、43bの一体型モジュールを構成したため、従来の一体型モジュールに比較してモジュールの面積がおよそ半分となり、効果的に小型化が促進できる。また上層の素子28h (あるいは29f) が動作時に発熱する熱は、素子間接続導体35dおよび下層の素子28g (あるいは29e) を介して放熱板26に伝導することができる。

【0033】実施の形態5。次に、この発明の実施の形態5によるIGBTモジュールについて説明する。図7はこの発明の実施の形態5によるIGBTモジュールの

構造を示す断面図である。この実施の形態では、筐体50をコレクタ電極板となる導電性放熱板50a、50bで構成した非絶縁タイプの半導体モジュールを示す。図に示すように、筐体50を2枚の金属から成る放熱板50a、50bで構成し、素子間接続導体としてのモジュールエミッタ電極51を介して、第1の半導体素子としてのIGBT素子28eおよびダイオード素子29cと、第2の半導体素子としてのIGBT素子28fおよびダイオード素子29dとを、エミッタ電極30形成面およびアノード電極33形成面がそれぞれ対向するように積層し、上記2枚の放熱板50a、50bの間に配して、放熱板50a、50bにより上記積層された素子28e、28f、29c、29dを押圧する。この放熱板50a、50bによる押圧は、圧接用ボルト52が用いられ、放熱板50a、50bを固定すると共に、それぞれの素子28e、28f、29c、29dと放熱板50a、50b (コレクタ電極板) およびモジュールエミッタ電極51との間の電気的な接合と熱的な接合を圧接により確実にする。またモジュール内の各IGBT素子28e、28fのゲート電極31はゲートピン42aを介してモジュールのゲート端子47に接続される。

【0034】この実施の形態では上記実施の形態3と同様に、2個のIGBT素子28e、28f素子同士および2個のダイオード素子29c、29d同士を素子間接続導体としてのモジュールエミッタ電極51を介して縦方向に積層して接合したことにより、モジュールの面積がおよそ半分となり、小型化がさらに効果的に促進でき、また上層の素子28f、29dで構成される回路と下層の素子28e、29cで構成される回路とで電流の流れ方が均一となり、特性が安定して信頼性の高いモジュールが得られる。さらに、放熱板50a、50bを2枚備えて全ての素子28e、28f、29c、29dがそれぞれの一方の面を放熱板50a、50bに接しているため、冷却性能が格段と高いモジュールが得られる。

【0035】また、モジュールエミッタ電極51と素子28e、28f、29c、29dとの接合に圧接力を利用しており、はんだや、導電性樹脂などのプロセスが省略でき、製造プロセスが簡略化される効果がある。

【0036】なお、この実施の形態では、素子28e、28f、29c、29dと放熱板50a、50bとの接触も機械的な圧力で達成したが、放熱板50a、50bと素子28e、28f、29c、29dとの接触面は予め、例えばはんだなどの導電性接合材で接合しておいて、モジュールエミッタ電極51と素子28e、28f、29c、29dの接合面のみを圧接しても良く、モジュール組立が容易になる。

【0037】

【発明の効果】以上のように、この発明に係わる請求項1記載の半導体モジュールは、一方の面が放熱板上に搭載された第1の半導体素子が、第2の半導体素子と接続

されて筐体内に収納され、上記第1の半導体素子と上記第2の半導体素子とを素子間接続導体を介して縦方向に積層して接合したため、半導体モジュールの面積が小さくなり、小型化が効果的に促進する。

【0038】またこの発明に係わる請求項2記載の半導体モジュールは、請求項1において、半導体素子と素子間接続導体とを導電性樹脂で接合したため、半導体素子を信頼性良く容易に素子間接続導体に接合でき、半導体モジュールの組立工程も容易になる。

【0039】またこの発明に係わる請求項3記載の半導体モジュールは、請求項1において、第1の半導体素子および第2の半導体素子を対向する方向に外側から押圧する機構を備え、素子間接続導体を介して圧接により接合したため、半導体素子を容易に素子間接続導体に接合でき、半導体モジュールの製造プロセスが簡略化される。

【0040】またこの発明に係わる請求項4記載の半導体モジュールは、請求項3において、筐体を2枚の導電性放熱板で構成し、素子間接続導体を介して積層された第1の半導体素子および第2の半導体素子を上記2枚の導電性放熱板の間に配し、該導電性放熱板により上記第1および第2の半導体素子を、対向する方向に押圧するため、冷却性能の高く効果的に小型化が促進された半導体モジュールが、容易で簡便に製造できる。

【0041】またこの発明に係わる請求項5記載の半導体モジュールは、請求項1～4のいずれかにおいて、第2の半導体素子を第1の半導体素子の直上領域に配置したため、半導体モジュールの冷却性能が向上する。

【0042】またこの発明に係わる請求項6記載の半導体モジュールは、請求項5において、第1の半導体素子と第2の半導体素子とが同じ種類の半導体素子であるため、半導体モジュールの面積が約半分にでき、小型化を一層促進できる。

【0043】またこの発明に係わる請求項7記載の半導体モジュールは、請求項6において、第1および第2の半導体素子が、該半導体素子表面にそれぞれ電極が形成され、同種類の上記電極が対向する方向に積層されたため、第1の半導体素子と第2の半導体素子との電気的特性が均一で安定したものになる。

【0044】またこの発明に係わる請求項8記載の半導体モジュールは、請求項6において、第1および第2の

半導体素子が、該半導体素子表面にそれぞれ電極が形成され、同種類の上記電極が同一方向を向くように積層されたため、同種の半導体素子を並列接続する半導体モジュールの小型化を効果的に促進できる。

【0045】またこの発明に係わる請求項9記載の半導体モジュールは、請求項1～5のいずれかにおいて、第1の半導体素子がIGBT素子であり、第2の半導体素子がダイオード素子であるため、冷却性能の高い半導体モジュールが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1によるIGBTモジュールの構造を示す平面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1によるIGBTモジュールの構造を示す断面図である。

【図3】 この発明の実施の形態2によるIGBTモジュールの構造を示す平面図である。

【図4】 この発明の実施の形態3によるIGBTモジュールの構造を示す平面図である。

【図5】 この発明の実施の形態3によるIGBTモジュールの構造を示す断面図である。

【図6】 この発明の実施の形態4によるIGBTモジュールの構造を示す断面図である。

【図7】 この発明の実施の形態5によるIGBTモジュールの構造を示す断面図である。

【図8】 従来のIGBTモジュールの構造を示す平面図である。

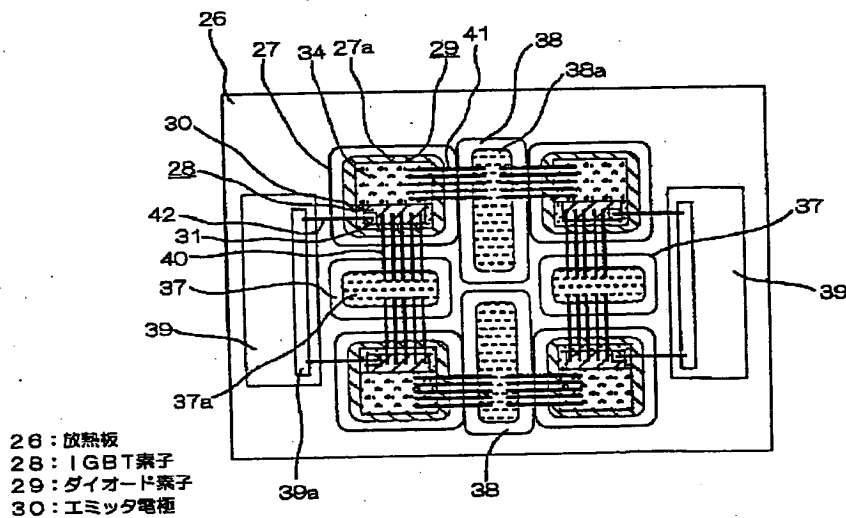
【図9】 従来のIGBTモジュールの構造を示す断面図である。

【図10】 IGBTモジュールが適用される回路例を示す回路図である。

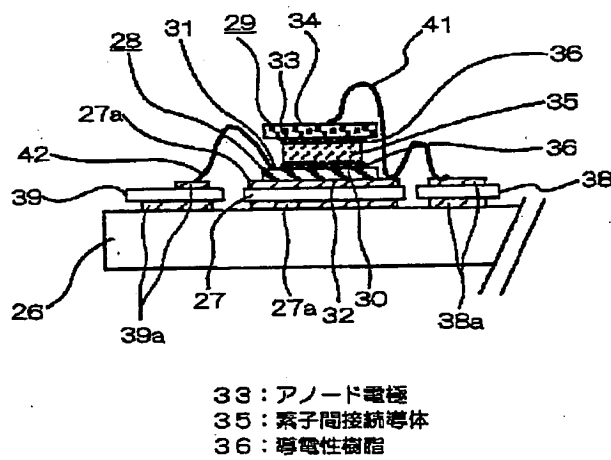
【符号の説明】

26 放熱板、28, 28a～28e, 28g 第1の半導体素子としてのIGBT素子、28f, 28h 第2の半導体素子としてのIGBT素子、29, 29a, 29b, 29d, 29f 第2の半導体素子としてのダイオード素子、29c, 29e 第1の半導体素子としてのダイオード素子、30 エミッタ電極、33 アノード電極、35, 35a～35d 素子間接続導体、36 導電性樹脂、48, 50 筐体、50a, 50b 導電性放熱板、51 素子間接続導体としてのモジュールエミッタ電極、52 ボルト。

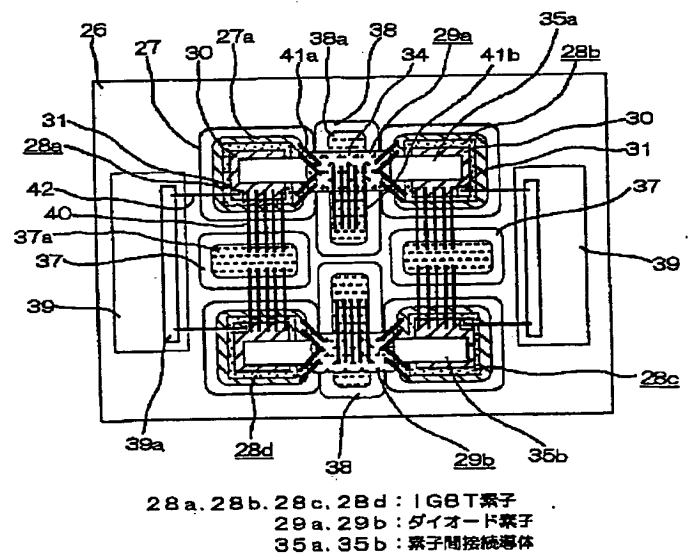
【図1】



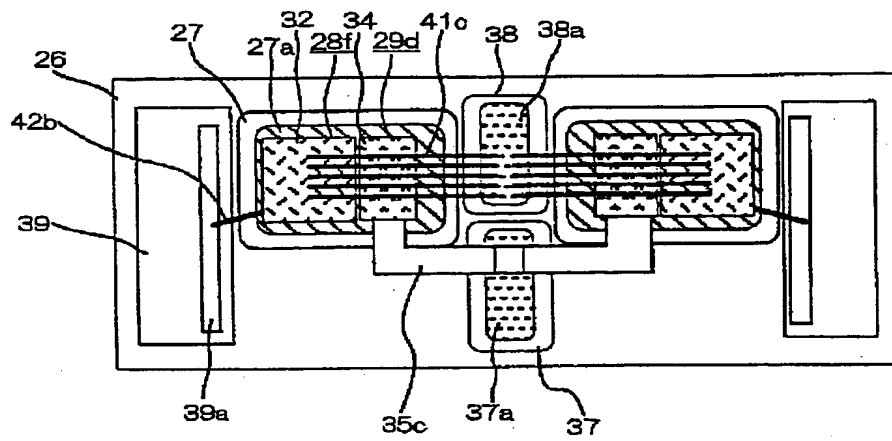
【図2】



【図3】

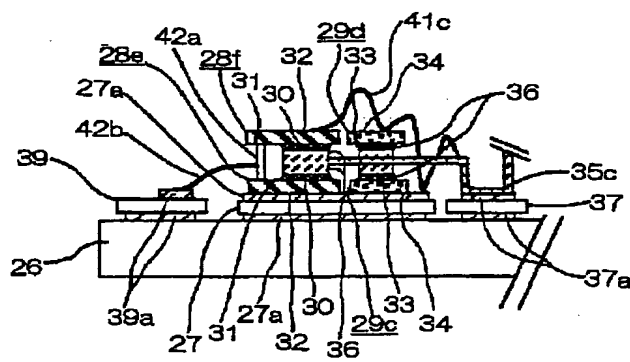


【図4】



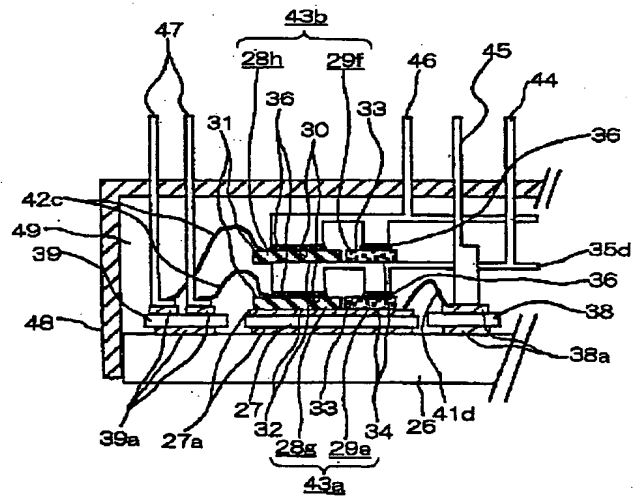
28f : IGBT素子
 29d : ダイオード素子
 35c : 素子間接続導体

【図5】



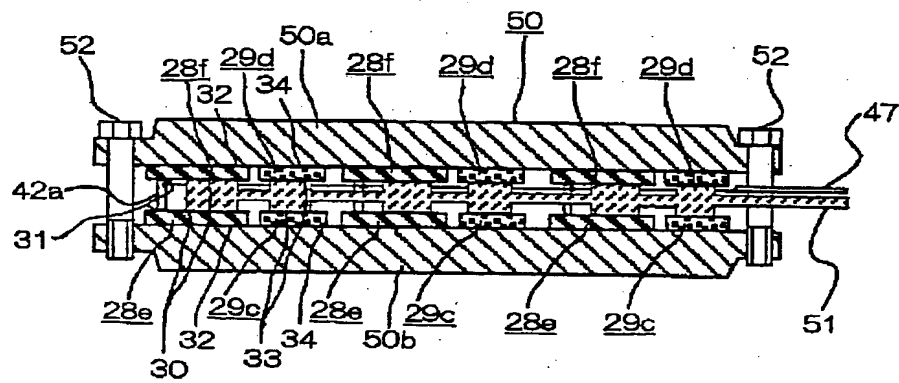
28e : IGBT素子
 29c : ダイオード素子

【図6】



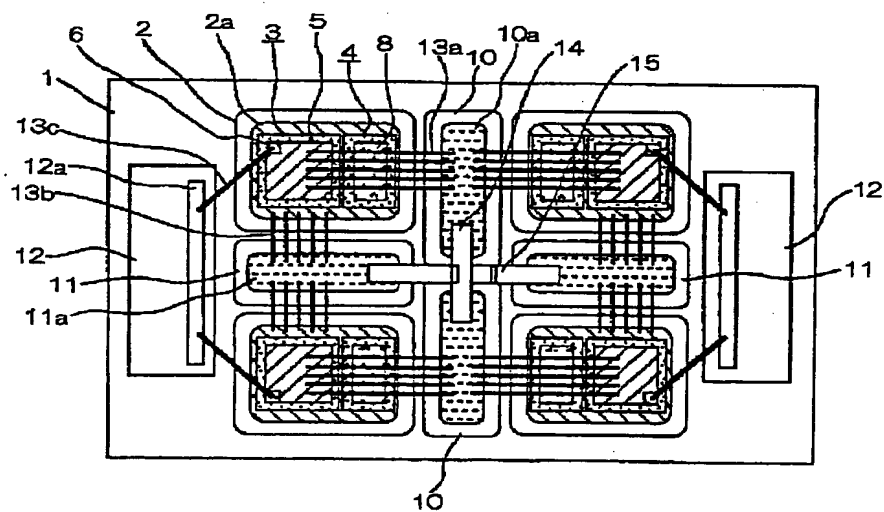
28g、28h : IGBT素子
 29e、29f : ダイオード素子
 35d : 素子間接続導体
 48 : 筐体

【図7】

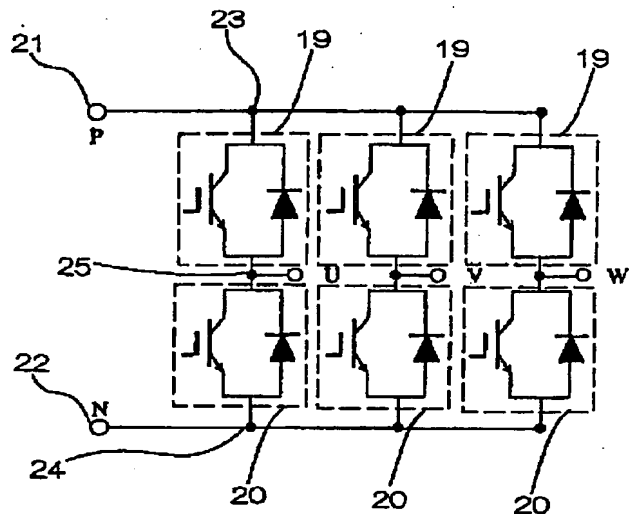


- 50: 筐体
 50a、50b: 放熱板
 51: モジュールエミッタ電極
 52: ボルト

【図8】



【图 10】



(72)発明者 菊永 敏之
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内